

赛事技术手册

一、空间站环境说明

1. 微重力环境

空间站可提供长时间的微重力环境，微重力水平(残余微振动加速度)为 10^{-3} - 10^{-4} g。在该环境条件下，地面重力效应导致的流体(气体、液体、熔体)中的浮力对流、重力沉降、液体压力梯度等现象将基本消失，地面重力效应所掩盖的一些次级效应凸显，导致流体形态和物理(化学)过程等将会发生显著变化，这将直接影响或改变流动和燃烧机制，也会影响到相关的材料(其中也包括生物材料)加工及制备过程。此外，微重力还将对一些基础物理的实验条件产生直接影响，在此条件下能够以更高的指标和精度开展实验，可满足对重要的基础物理理论进行验证。各种生命体(包括人类)的生存和进化一直是在重力环境下实现的，微重力环境对生物体及其各层次的影响十分显著。由此可见，微重力环境是开展相关科学研究独特而宝贵的资源。

2. 轨道位置

空间站运行于倾角 41-42 度、轨道高度 340-450 千米的近圆低地球轨道，约 90 分钟绕地球一圈。空间站组合体采用近似三轴稳定对地指向。空间站轨道完全脱离了地球大气，处于地球电离层 F2 层，适于开展巡天类空间天文观测和特定空间物理研究；对地球观测而言，空间站轨道覆盖南北纬 42 度以内、地球人口居住 90% 的区域，与一般地球遥感卫星采用的太阳同步轨道相比，空间站轨道的交点地方时在不断变化，可实现对同一地区可变光照条件下的观测；由于轨道高度较低，相同对地观测仪器的空间分辨率较高。

3. 辐射环境空间

辐射来源于银河宇宙射线和太阳宇宙射线(包括太阳质子事件)。宇宙射线的主要成分是质子(约占 90%)、氦核即 α 粒子(约 9%)以及电子、各种重离子、伽马射线等(约 1%)。宇宙射线能量范围很宽，能谱呈幂律下降形式(能量越高流量越低)。在纬度 $\pm 43^\circ$ 范围低地球轨道运行的空间站由于地球磁场的作用，使低能带电粒子向极区偏转，只有较高能量的带电粒子(约 1GeV/n 以上)才能到达，降低了总辐射剂量；空间站穿过地球内辐射带的南大西洋异常区下部，辐射带捕

获的带电粒子对空间站有显著影响，但总的辐射剂量不高；太阳质子事件具有一定随机性，会在短时间内显著增加辐射剂量。由于舱体结构有一定的防护作用，舱内辐射计量比舱外低 1-2 个数量级，但高能粒子仍能穿透舱壁。空间辐射环境对航天器、航天员和设备具有一定危害，但宇宙射线复杂的成份和能谱形式是地面无法模拟的，是开展辐射生物学等研究的有利条件，也是开展高能天文观测和粒子天体物理研究的必要条件。

4. 舱外极端环境

空间站可利用舱外极端环境开展实验，包括极热和极冷循环、高真空、原子氧侵蚀、太阳紫外辐射和宇宙高能射线辐射等。暴露于舱外的空间应用材料、电子器件，生物及组织的性能将受到外太空环境的显著影响。此特殊环境(及其复合环境)在地面上很难实现，这也说明了此试验环境的独特性。

空间站的独特环境、十年以上的连续运行以及天地往返运输支持和航天员参与等条件，为系统地开展空间生命科学与生物技术、空间基础物理、微重力流体物理与燃烧科学、空间材料科学研究，以及重要的天文观测、地球观测、空间物理研究、新技术试验等提供了十分必要的条件。

二、载荷建议的环境约束条件

空间站实验设计既需要考虑到实验所处环境的影响，也受到所搭载的实验平台的带载能力限制。团队可参照：1) 空间站密封舱内载荷；2) 空间站舱外载荷，两个实验场景设计相应的空间科学实验。具体环境约束条件如下：

1. 空间站舱内载荷环境要素

空间站舱内的大气压力为 81.3kPa-104.3kPa，温度为 19-26℃，相对湿度约 30-70%，气体成分与地面大气相近，工作区的噪音水平不大于 65dB，舱内可放置独立的载荷设备以开展空间科学研究。团队在制定空间科学实验设计方案时请考虑以下约束条件：

- 1) 重量：单台工作载荷或者联合工作载荷组的总重量尽量不超过 10kg。
- 2) 体积：载荷体积的约束条件随安装位置的不同而变化，在此不做特殊规定。
- 3) 功率：载荷工作功率应尽可能控制在 20W 以内。

- 4) 全自动化或半自动化能力：实验设备需尽量具有全自动化能力，即设备可在无人协助或参与的情况下自行完成实验目标。如果必须人员协助，需将工作量降至最低。
- 5) 安全性：实验设备需确保无任何液体泄露，无任何有害气体的释放。

2. 空间站舱外载荷环境要素

空间站密封舱外设置有暴露实验平台和大型载荷挂点以及扩展实验平台挂点，支持开展空间天文、空间物理与空间环境、地球科学及应用、航天新技术、空间应用新技术等方向的研究。载荷设备需满足以下约束条件：

- 1) 重量：单台工作载荷或者联合工作载荷组的总重量尽量不超过 10kg。
- 2) 体积：载荷体积的约束条件随安装位置的不同而变化，在此不做特殊规定。
- 3) 功率：载荷工作功率应尽可能控制在 30W 以内。
- 4) 全自动化：实验设备需尽量具有全自动化能力，即设备可在无人协助或参与的情况下自行完成实验目标。
- 5) 空间环境适应性：载荷设备需具备可在空间极端环境（需说明）下运行工作的能力。